

GaN 基板上 AlGaIn/GaN HEMT の電流コラプスの
バッファ層不純物依存性

Buffer Layer Impurity Dependence of Current Collapse of AlGaIn/GaN HEMTs
Fabricated on GaN Substrates

名大院工¹, 名大未来研², 名工大³ °高橋 英匡¹, 安藤 裕二¹, 分島 彰男³, 須田 淳^{1,2}

Nagoya Univ.¹, IMaSS Nagoya Univ.², Nagoya Institute of Technology³

°Hidemasa Takahashi¹, Yuji Ando¹, Akio Wakejima³, and Jun Suda^{1,2}

E-mail: h-takahashi@nuee.nagoya-u.ac.jp

AlGaIn/GaN 高電子移動度トランジスタ(HEMT)はマイクロ波、ミリ波通信での利用が進んでいるが、今後の B5G 等のサブテラヘルツ通信への応用も期待されている。通常用いられている SiC 基板上の HEMT においては、基板/エピ界面に存在する高欠陥密度の AlN 層に伴う熱抵抗増大や貫通転位に起因した特性劣化の課題が存在する。これらの課題を解決して GaN が本来持つポテンシャルを最大限に引き出すため、われわれは GaN 基板上の GaN-HEMT の開発を進めている。本研究では、GaN 基板上にバッファ層の構成を変えて成長した HEMT について、バッファ層中の不純物のドレイン電流コラプスに与える影響について調べた。

デバイス作製には、半絶縁性 GaN 基板上に MOVPE 法により成長した AlGaIn/GaN HEMT ウェハを用いた。図 1 にデバイス構造を示すが、基板/エピ界面の n 型伝導を補償するための不純物添加層として、(a) C を $1\times10^{17}\text{ cm}^{-3}$ ドープした 300 nm の GaN バッファ層、(b) Fe を $1\times10^{18}\text{ cm}^{-3}$ ドープした 300 nm の GaN バッファ層、(c) バッファ層がない構造とし、それぞれの上層に 900 nm のアンドープの GaN チャネル層を配した。デバイス作製は Mo/Al/Mo/Au の合金化処理によるオーミック電極形成を行った後、PECVD 法により SiN を成膜、SF₆ 系 ICP-RIE を用いて SiN 膜にゲート開口を形成した。最後に開口部に Ni/Au を埋め込むようにしてゲート一体型のフィールドプレート電極を形成した($L_g = 0.8\text{ }\mu\text{m}$)。

作製された HEMT の DC 特性は最大ドレイン電流 I_{max} が $0.8\sim0.85\text{ A/mm}$ 、閾値電圧 V_{th} が $-2.4\sim-2.0\text{ V}$ 、バッファ層有構造ではゲートドレイン耐圧 BV_{gd} が 200 V 以上、バッファ無構造では 100 V 程度であった。ドレイン電流コラプスのバッファ層構造依存性を調べるために、パルス測定を行った。図 2 はバイアス電圧 $V_{\text{dq}} = 35\text{ V}$ 、 $V_{\text{gq}} = -10\text{ V}$ から $V_{\text{ds}} = 5\text{ V}$ 、 $V_{\text{gs}} = 2\text{ V}$ にパルスバイアスした時のドレイン最大電流 I_{max} (Pulse) のパルス周期依存性である。パルスのオン状態の duty cycle を 10% に固定し、パルス周期を 10^{-5} s から 1 s まで変化させ、HEMT のゲートドレイン間にオフ電圧を印加するストレス時間を相対的に変化させ、DC 測定に対するパルス測定の I_{max} の比を示した。明確なバッファ層構造依存があり、C ドープバッファ構造では、 10^{-4} s のパルス周期以上で大きな電流コラプスが、Fe ドープバッファ構造では $5\times10^{-2}\text{ s}$ 以上において電流コラプスが見られた。一方、GaN バッファ層のない構造では、 1 s までほぼ一定値である。これらの不純物ドープしたバッファでの分散特性の差は、バッファ層内の不純物による深い準位へのオフ状態でのキャリアの捕獲とオン状態でのキャリアの放出の平衡状態の違いを表していると考えられる。

【謝辞】 本研究成果の一部は、国立研究開発法人情報通信研究機構の委託研究により得られたものです。

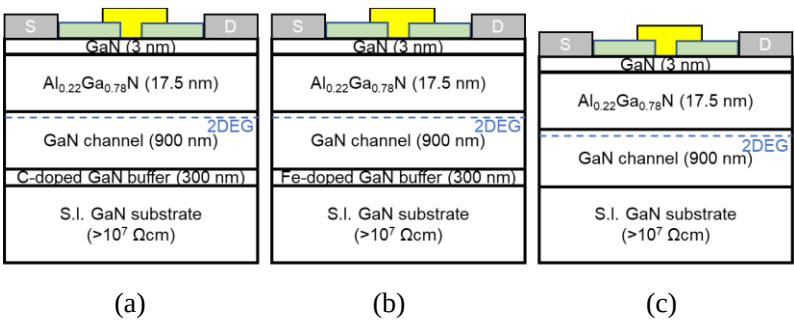


Fig.1. Device structures

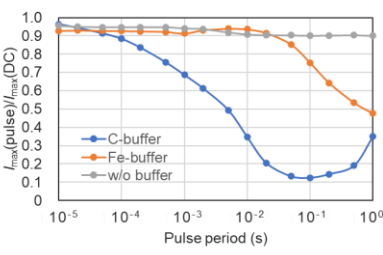


Fig. 2. Pulsed I_{max} frequency dispersion (duty cycle = 10 %)